

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001207229
PUBLICATION DATE : 31-07-01

APPLICATION DATE : 27-01-00
APPLICATION NUMBER : 2000018319

APPLICANT : NIPPON MINING & METALS CO LTD;

INVENTOR : MAKI TETSUO;

INT.CL. : C22C 9/06

TITLE : COPPER ALLOY FOR ELECTRONIC MATERIAL

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a copper alloy having good bendability as well as high strength and electric conductivity.

SOLUTION: This alloy has a composition containing, by mass, 1.5 to 3.5% Ni and 0.35 to 1.0% Si, furthermore containing 0.005 to 0.1% Fe and/or one or more kinds of Zr, Cr, Ti and Mo of 0.005 to 0.2% in total, in which, by a weight ratio, Ni/Si is also controlled to 3 to 7, and the balance Cu with inevitable impurities.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-207229

(P2001-207229A)

(43)公開日 平成13年7月31日 (2001.7.31)

(51) Int.Cl.⁷

C 22 C 9/06

識別記号

F I

テマコト(参考)

C 22 C 9/06

審査請求 未請求 請求項の数 6 O.L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2000-18319(P2000-18319)

(22)出願日 平成12年1月27日 (2000.1.27)

(71)出願人 39702/134

日鉄金属株式会社

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号

(72)発明者 牧 哲生

茨城県日立市白銀町1丁目1番2号 日鉄
金属株式会社技術開発センター内

(54)【発明の名称】 電子材料用銅合金

(57)【要約】

【課題】 高い強度、電気伝導性に加え、良好な曲げ性
を有する銅合金を提供する。

【解決手段】 1.5~3.5質量百分率(以下%とする)のNi,
0.35~1.0%のSiを含有し、さらに0.005~0.1%のFeおよ
び/またはZr, Cr, Ti, Moのいずれか1種以上を総量で
0.005~0.2%を含有し、且つ重量比でNi/Si=3~7にな
るように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなるこ
とを規定する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】1.5～3.5質量百分率（以下%とする）のNi, 0.35～1.0%のSi, 0.005～0.1%のFeを含有し、且つ重量比でNi/Si=3～7になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金。

【請求項2】1.5～3.5%のNi, 0.35～1.0%のSiを含有し更にZr, Cr, Ti, Moのいずれか1種以上を総量で0.005～0.2%含有し、且つ重量比でNi/Si=3～7になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金。

【請求項3】1.5～3.5%のNi, 0.35～1.0%のSi, 0.005～0.1%のFeを含有し更にZr, Cr, Ti, Moのいずれか1種以上を総量で0.005～0.2%含有し、且つ重量比でNi/Si=3～7になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金。

【請求項4】1.5～3.5%のNi, 0.35～1.0%のSi, 0.005～0.1%のFeを含有し、更に必要に応じMg, Zn, Sn, Al, P, Mn, AgまたはBeのうち1種以上を総量で0.005～2.0%含有し、且つ重量比でNi/Si=3～7になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金。

【請求項5】1.5～3.5%のNi, 0.35～1.0%のSiを含有し更にZr, Cr, Ti, Moのいずれか1種以上を総量で0.005～0.2%含有し、更に必要に応じMg, Zn, Sn, Al, P, Mn, AgまたはBeのうち1種以上を総量で0.005～2.0%含有し、且つ重量比でNi/Si=3～7になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金。

【請求項6】1.5～3.5%のNi, 0.35～1.0%のSi, 0.005～0.1%のFeを含有し更にZr, Cr, Ti, Moのいずれか1種以上を総量で0.005～0.2%含有し、更に必要に応じMg, Zn, Sn, Al, P, Mn, AgまたはBeのうち1種以上を総量で0.005～2.0%含有し、且つ重量比でNi/Si=3～7になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、強度、導電性、さらには良好な曲げ加工性および打ち抜き加工性を有する電子材料用銅合金に関する。

【0002】

【従来の技術】リードフレーム、端子、コネクター等に使用される電子材料用銅合金には、製品の基本特性として高い強度及び高い電気伝導性又は熱伝導性を両立させることが要求される。さらに近年の電子部品の小型化、

高集積化が一層要求されることから素材の薄板化が必要とされ、リードフレーム、端子、コネクターにおいては、リード数等の増加、狭ピッチ化が進んでいる。さらには部品形状の複雑化及び組立て・実装における信頼性向上の要求から、使用される材料には機械的強度と電気伝導性が優れている他に、良好な曲げ加工性が求められている。

【0003】近年電子材料用銅合金としては従来のりん青銅、黄銅等に代表される固溶強化型銅合金に代わり、高強度及び高導電性の観点から、時効硬化型の銅合金の使用量が増加している。時効硬化型銅合金は溶体化処理された過飽和固溶体を時効処理することにより、微細な析出物が均一に分散して、合金の強度が高くなると同時に、銅中の固溶元素量が減少し電気伝導性が向上する。従って強度、ばね性などの機械的性質に優れ、しかも電気伝導性、熱伝導性が良好な材料として使用される。時効硬化型銅合金のうち、Cu-Ni-Si系銅合金は高強度と高導電率とを併せ持つ代表的な銅合金であり、電子機器用材料として実用化されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】Cu-Ni-Si系合金は、銅マトリックス中に微細なNi-Si系金属間化合物粒子が析出することにより強度と導電率が上昇する。しかしながら、添加するNiおよびSiの割合が低濃度の組成では十分な電気伝導性は得られるものの強度が不足し、一方高濃度組成では十分な強度は得られるが導電率の低下と更には曲げ加工などの成形性の低下が起こり易くなるといった不具合があった。強度と加工性を確保するために、Sn等の他元素が添加される場合があるが、導電率が大きく低下する。

【0005】一般に合金の曲げ加工性は結晶粒度と関連があると言われており、結晶粒度が小さいほど曲げ性が良いとされている。しかし結晶粒度を小さく調整する場合、製造条件を制御しても未再結晶部分が混合した混粒組織となりやすく、その結果、曲げ性が低下すると言った問題が生じる。本発明は上述した問題解決のためになされたもので、十分な強度及び電気伝導度を有するCu-Ni-Si系合金において、曲げ加工性にも優れた電子材料用銅合金を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するため本発明者は、Cu-Ni-Si系合金に関する研究を重ねたところ、Cu-Ni-Si系合金にFeおよび/またはZr, Cr, Ti, Moのいずれか一種以上を添加し成分調整を行った上で、必要に応じMg, Zn, Sn, Al, P, Mn, AgまたはBeを含有させることにより電子材料用銅合金として好適な素材を提供できることを見出した。

【0007】即ち本発明は、上記知見を基にして完成されたもので、(1) 1.5～3.5%のNi, 0.35～1.0%のSi, 0.005～0.1%のFeを含有し、且つ重量比でNi/Si=3～7

になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金。

(2) 1.5~3.5%のNi, 0.35~1.0%のSiを含有し更にZr, Cr, Ti, Moのいずれか1種以上を総量で0.005~0.2%含有し、且つ重量比でNi/Si=3~7になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金。

【0008】(3) 1.5~3.5%のNi, 0.35~1.0%のSi, 0.005~0.1%のFeを含有し更にZr, Cr, Ti, Moのいずれか1種以上を総量で0.005~0.2%含有し、且つ重量比でNi/Si=3~7になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金。

(4) 1.5~3.5%のNi, 0.35~1.0%のSi, 0.005~0.1%のFeを含有し、更に必要に応じMg, Zn, Sn, Al, P, Mn, AgまたはBeのうち1種以上を総量で0.005~2.0%含有し、且つ重量比でNi/Si=3~7になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金。

【0009】(5) 1.5~3.5%のNi, 0.35~1.0%のSiを含有し更にZr, Cr, Ti, Moのいずれか1種以上を総量で0.005~0.2%含有し、更に必要に応じMg, Zn, Sn, Al, P, Mn, AgまたはBeのうち1種以上を総量で0.005~2.0%含有し、且つ重量比でNi/Si=3~7になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金。

(6) 1.5~3.5%のNi, 0.35~1.0%のSi, 0.005~0.1%のFeを含有し更にZr, Cr, Ti, Moのいずれか1種以上を総量で0.005~0.2%含有し、更に必要に応じMg, Zn, Sn, Al, P, Mn, AgまたはBeのうち1種以上を総量で0.005~2.0%含有し、且つ重量比でNi/Si=3~7になるように調整し、残部がCu及び不可避的不純物からなることを特徴とする強度、導電性および曲げ加工性の優れた電子材料用銅合金を提供するものである。

【0010】

【発明の実施の形態】次に本発明において銅合金の組成範囲を前記の如くに限定した理由をその作用とともに説明する。

(1) Ni およびSi

Ni及びSiは、時効処理を行うことによりNiとSiが相互に微細にNi₂Siを主とした金属間化合物の析出粒子を形成し、合金の強度を著しく増加させる一方、電気伝導度も高く維持する。ただしNi含有量が1.5%未満又はSi含有量が0.35%未満の場合は、他方の成分を添加しても所望とする強度が得られず、またNi含有量が3.5%を超える又はSi含有量が1.0%を超える場合は、十分な強度が得られるものの所望とする電気伝導性が低くなってしまい、さら

には強度の向上に寄与しない粗大なNi-Si系粒子（晶出物及び析出物）が母相中に生成し、曲げ加工性、エッチング性及びめっき性の低下を招く。よって、Niの含有量を1.5~3.5%、Siの含有量を0.35~1.0%と定めた。

【0011】Si量とNi量の重量比(Ni/Siと記す)を3~7と規定する理由は、合金中のNiとSiの重量比を、金属間化合物であるNi₂SiのNiとSiの濃度比に近づけることにより時効処理後の電気伝導性をより高めることができるためである。Ni/Siが3未満ではNi₂Si組成に対しSi濃度が過剰となるため電気伝導度が低下するのに加え、マトリックス中の固溶Si量が増加することにより熱処理時に材料表面にSi酸化皮膜が生成し易くなり半田付け性およびめっき性が劣化の原因となる。

【0012】Ni₂Si組成に対する重量比はNi/Si=4であるが、前記理由から固溶Si量をできるだけ低減させるため、Ni₂Si組成に対しNi量は若干過剰気味のほうがよい。しかしNi/Siが7を超えるとNi₂Si組成に対し過剰Ni量が多くなるため所望とする電気伝導度が得られない。従って良好な電気伝導性を得るためのSiとNiの重量比はNi/Si=3~7であり、4.5が最も好ましい。

【0013】(2) Fe

Feは融点が高いため鋳造時の凝固および凝固後の冷却段階で微細に晶出・析出し、本発明合金の主要成分であるNi, Siの化合物が晶出・析出する際に微細なFe粒子が核となり、Ni-Si粒子の粗大化を抑制する効果がある。また冷間圧延後に行われる再結晶を伴う焼純過程において、マトリックス中に分布しているFe粒子がピン止め効果により粒界移動を阻止し、再結晶粒の粗大化を抑制する効果があるため、微細で均一な再結晶組織を得ることができる。

【0014】従って結晶粒度を微細にすることにより合金の曲げ性を改善することができる。さらにFeは合金の強度および耐熱性を向上させる効果もある。しかしFe含有量が0.005%未満ではいずれの効果も得られず、0.1%を超えると導電性が低下しさらにマトリックス中のFe粒子が粗大化し、曲げ性およびめっき性が低下するためFeの含有量を0.005~0.1%と定めた。

【0015】(3) Zr, Cr, Ti, Mo

Zr, Cr, Ti, Moはいずれも高融点元素であるため、Feと同様にNi-Si粒子粗大化の抑制効果および再結晶を伴う焼純において微細な結晶組織が得られるために曲げ性改善の効果がある。Zr, Cr, Ti, Moは複合して添加することもできるが、その含有量が総量で0.005%未満では前記作用に所望の効果が得られず、0.2%を超えると加工性が低下するとともに導電性が低下する。よってZr, Cr, Ti, Mo添加量は総量で0.005~0.2%と定めた。

【0016】(4) Mg, Zn, Sn, Al, P, Mn, AgまたはBe

Mg, Zn, Sn, Al, P, Mn, AgまたはBeには、Cu-Ni-Si系銅合金の強度及び耐熱性を改善する作用がある。ま

た、これらの中でZnには、半田接合部の耐熱性を改善する効果もあり、さらにMg, Al及びMnは熱間圧延性を改善する効果も有する。この理由は、これらの元素が硫黄との親和性が強いため硫黄と化合物を形成し、熱間圧延割れの原因となるインゴット粒界への硫黄の偏析を軽減するためである。

【0017】Mg, Zn, Sn, Al, P, Mn, AgまたはBeの含有量が総量で0.005%未満であると上記の効果は得られず、一方総含有量が2.0%を超えると電気伝導性が著しく低下する。そこで、これらの含有量を総量で0.005~2.0

%と定める。上述のように、本発明に係る銅合金は、優れた強度、電気特性を示し、更に曲げ加工性にも優れるものである。

【0018】

【実施例】以下に本発明を実施例に基づき説明する。高周波溶解炉にて表1に示す各種成分組成の銅合金を溶製し、厚さ20mmのインゴットに鋳造した。

【0019】

【表1】

	本発明合金及び比較例						重量比 Ni/Si	引張強さ N/mm ²	導電率 %IACS	結晶粒度 μm	曲げ性 80°曲げ
	Ni	Si	Fe	Zr, Cr, Ti, Mo	副成分						
本発明合金	1 2.60	0.55	0.05	—	—	—	4.4	680	52	6	○
	2 2.83	0.82	0.007	—	—	—	3.5	691	47	8	○
	3 3.20	0.57	0.08	—	—	—	5.6	674	46	5	○
	4 2.75	0.41	0.04	—	—	—	6.7	675	50	6	○
	5 1.68	0.35	—	0.02Zr	—	—	4.7	618	55	7	○
	6 2.64	0.56	—	0.04Cr	—	—	4.5	686	49	7	○
	7 2.07	0.41	—	0.02Zr 0.08Cr	—	—	5.0	655	53	6	○
	8 3.35	0.58	0.03	0.01Ti	—	—	5.8	688	41	5	○
	9 1.92	0.44	0.06	0.005Mo	—	—	4.4	632	55	6	○
	10 2.83	0.80	0.007	0.02Cr	—	—	8.5	698	44	6	○
	11 2.52	0.57	0.04	0.01Mo	—	—	4.4	682	50	6	○
	12 2.83	0.69	0.08	—	0.12Mg	8.4	684	52	6	○	
	13 2.85	0.64	0.08	—	0.11Zn	8.7	685	50	6	○	
	14 2.87	0.68	0.04	—	0.24Sn	8.5	673	48	7	○	
	15 2.80	0.89	0.009	—	0.008Be	8.1	695	48	8	○	
	16 2.53	0.86	—	0.04Cr	0.15Mg	4.5	687	48	8	○	
	17 3.21	0.58	—	0.03Zr	0.12Zn	5.5	676	44	6	○	
	18 1.71	0.34	—	0.05Zr	0.21Sn	6.0	644	51	7	○	
	19 1.85	0.46	0.05	0.07Cr	0.005P 0.08Al	4.0	640	56	6	○	
	20 2.64	0.60	0.007	0.04Ti	0.03Ag 0.04Mn	4.4	688	52	7	○	
比較合金	1 1.22	0.25	0.08	—	—	—	4.9	483	56	7	○
	2 4.14	0.53	0.07	—	—	—	7.8	654	32	8	○
	3 3.48	1.17	0.08	—	—	—	8.0	704	80	6	△
	4 2.58	0.66	0.004	—	—	—	4.5	655	51	混粒	×
	5 2.76	0.51	0.18	—	—	—	5.4	670	49	9	×
	6 1.92	0.44	—	0.002Mo	—	—	4.4	622	49	混粒	×
	7 2.85	0.88	—	0.23Cr	—	—	8.2	680	47	10	△
	8 2.64	0.60	—	0.18Zr 0.09Ti	—	—	4.4	715	41	8	×
	9 2.61	0.58	0.08	—	0.78Al 1.43Sn	4.6	690	31	7	○	
	10 1.64	0.79	0.07	—	—	—	2.1	611	38	8	○
	11 3.22	0.37	0.04	—	1.52Zn	8.7	633	34	8	○	

【0020】次に、このインゴットを厚さ8mmまで熱間圧延を行い、表面のスケール除去のため面削を施した後、冷間圧延により厚さ1mmの板とした。その後、750~850°Cの温度で溶体化処理を行った後、0.4mmまで冷間圧延した。そして400~600°Cの範囲において、各組成で最高の強度が得られる温度で各5時間の時効処理を行い、その後、さらに高強度が得られるよう、冷間圧延で厚さ0.25mmの板とし、最後に温度400~500°Cで30秒~1時間の熱処理を適宜施した。

【0021】このようにして得られた各合金につき諸特性の評価を行った。強度については引張試験機において引張強さを測定した。電気伝導性は導電率(%IAC S)により評価した。結晶粒度は最終の熱処理後の材料についてJISH0501の切断法で板面に垂直な軸に沿って測

定した。曲げ性はW曲げ試験により、幅10mmの短冊試験片を用い板厚と同じ曲げ半径で負荷荷重5トンとし、圧延平行方向の曲げ試験（曲げ軸が圧延方向に直角）を実施した。試験後の曲げ部表面を光学顕微鏡（倍率50倍以上）およびSEMで観察し、良好なもの（クラックおよび大きな肌荒れのないもの）を○、肌荒れの大きなものを△、肌荒れが大きくクラックの発生しているものを×として表1中に示した。

【0022】表1からわかるように、本発明合金は優れた、強度、導電性を有し、いずれも結晶粒度が微細であり良好な曲げ性を有している。一方、比較合金は、本発明合金と一部組成が異なるものであるが、本発明合金と比較すると、No.1はNi, Siとも低いため強度が劣る。No.2はNiが高いため導電率が劣る。No.3はSiが高いた

め導電率および曲げ加工性が劣る。No. 4, 6はそれぞれFe, Moが低いため結晶組織が未再結晶粒と再結晶粒が混合した混粒組織となり、また粗大なNi-Si粒子が生成し曲げ性が低下した。No. 5, 7はそれぞれFe, Crが高いためマトリックス中に粗大なFeあるいはCr粒子が生成し曲げ性が低下した。No. 8はZrとTiの合計が本発明の範囲を超えておりZr, Tiの粒子の生成により曲げ性が低下した。No. 9は範囲を超えて副成分を含有しているため導電率が劣る。さらにNo. 10, 11は本発明合金と成分

量は同一であるが、Ni/Si比が異なり、No. 10はNi/Si比が低いため導電性が劣る。No. 11はNi/Si比が大きいため導電率が劣る。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように本発明合金は、優れた強度と電気伝導性を有し、さらには曲げ性も良好であり、リードフレーム、端子、コネクター等電子材料用銅合金として好適である。